

Комплексный подход к планированию транспортного процесса для перевозки нефтехимической продукции

Е.Ю. Рассадникова

Факультет информатики робототехники

Уфимский государственный авиационный технический университет

Уфа, Россия

e-mail: rassadnikova_ekaterina@mail.ru

Аннотация¹

В статье рассматриваются вопросы разработки комплексного подхода к планированию транспортного процесса при перевозке нефтехимической продукции. Разработанный подход включает подзадачи выбора транспортного режима, формирование рациональных маршрутов, выбор логистических перевозчиков для доставки готовой продукции, которые учитывают ограничения и условия, возникающие в реальном производстве.

1. Актуальность планирования транспортного процесса

В современных условиях к предприятиям предъявляются достаточно жесткие требования, а сложившиеся экономическая ситуация в России усугубляют их положение на рынке. Для функционирования в жестких конкурентных условиях, предприятию недостаточно производить продукцию в требуемом объеме, выполняя свои внутренние планы, важно эффективно реализовать эту продукцию. Эффективная реализация может быть достигнута на основе главного принципа системы менеджмента качества (СМК) – «ориентация на потребителя» [18]. Для повышения качества эффективности реализации готовой продукции (ГП) предприятия автор предлагает разработать подход к планированию транспортного процесса при перевозке ГП. Под транспортным процессом (ТП) понимается «совокупность мероприятий (подготовка грузов к перевозке, подача подвижного состава, погрузка грузов, оформление перевозочных документов, перемещение, выгрузка и сдачу груза), выполняемых специалистами предприятия и направленных на осуществление доставки ГП из места хранения в пункт потребления, данный процесс всегда связан с фактическим перемещением груза» [8].

В исследовании рассматривается нефтехимическое предприятие (НХП). НХП занимается производством реагента, предназначенного для нейтрализации

сероводорода и меркаптанов в газообразных и жидких средах, для защиты оборудования и трубопроводов от коррозии, для использования в качестве катализатора разложения полисульфидов в сере, в качестве исходного сырья для производства присадок к маслам; смазочно-охлаждающих жидкостей, флотагентов для гидрометаллургии, буровых растворов, полупродукта для получения реагентов для осаждения тяжелых металлов.

Производственное предприятие, имеет широкую номенклатуру выпускаемой продукции (нефтехимического реагента) и расположенные в различных городах структурные подразделения. Доставка ГП осуществляется клиентам в отдаленные города. По внутреннему нормативному документу транспортировка реагента может осуществляться автомобильным или железнодорожным транспортом. Для каждого вида транспорта установлены правила перевозки. Реагент может быть разлит в стальные автоцистерны или железнодорожные цистерны, а также в бочки по ГОСТ 6247-79, ГОСТ 17366-80 и ГОСТ 13950-91. По согласованию с потребителем допускаются другие виды упаковки, не оказывающие негативного воздействия на показатели качества реагента и обеспечивающие его сохранность, т.е. емкости, предохраняющих реагент от попадания окружающего воздуха, атмосферных осадков и пыли. В парк транспортных средств (ТС) предприятия входят собственные и арендуемые ТС различной грузоподъемностью, расположенные в нескольких депо. Согласно решению руководства предприятие может пользоваться услугами логистических перевозчиков (ЛП), в том случае, если удовлетворить требования клиентов собственными средствами невозможно.

Результаты проведенного анализа деятельности предприятия позволили выделить следующие недостатки ТП:

- задержки в обслуживании клиентов;
- нерациональное использование имеющихся ТС;
- большие затраты на поиск способов дополнительных возможностей транспортировки ГП.

Эффективности работы предприятия в целом способствует оптимальное планирование ТП.

Труды второй международной конференции "Интеллектуальные технологии обработки информации и управления", 10 - 12 ноября, Уфа, Россия, 2014

Автором предлагается рассматривать вопросы планирования ТП, с учетом особенностей нефтехимической продукции и требований производственного предприятия. В рамках планирования транспортного процесса перевозки ГП предлагается разработать комплексный подход, в котором будут учтены требования предприятия и особенности перевозки нефтехимической продукции.

2. Постановка задачи планирования транспортного процесса

Основными требованиями производственного предприятия при транспортировке ГП считаются снижение затрат, удовлетворение требований всех клиентов с учетом предпочтительного времени обслуживания и возвращение ТС в депо в установленный период, обеспечение безопасности доставляемой ГП. Для обеспечения безопасности транспортировки ГП дополнительно необходимо учитывать такие требования, как приемлемый риск дорожно-транспортных происшествий (ДТП), возможный ущерб от ДТП, выбор дорожных магистралей для транспортировки грузов.

Предприятие заинтересовано в осуществление эффективного ТП. С учетом этой цели и перечисленных выше особенностей предлагается применить подход, который содержит следующие подзадачи планирования ТП:

1. Выбор транспортного режима (ТР), а именно выбор способа транспортировки и вида транспорта, используя следующие критерии:

- количество видов транспорта;
- единый оператор перевозки;
- оплата перевозки;
- схема взаимодействия участников ТП;
- количество договоров;
- ответственность за груз (обеспечение безопасности груза);
- количество ответственных лиц;
- время доставки;
- стоимость перевозки;
- надежность соблюдения графика доставки груза;
- частота отправлений;
- способность доставить груз в любую точку;
- возможность выбора логистического партнера;
- время оформления заявки на транспортировку.

2. Формирование оптимальных маршрутов транспортировки ГП, которые будут минимизировать планируемые затраты (общие затраты), которые включают в себя фиксированную стоимость использования ТС (амортизационные расходы, затраты на

восстановление износа и ремонт авторезины, затраты на техническое обслуживание и ремонт подвижного состава), стоимость пройденного расстояния и потраченного времени (зарботная плата водителей), стоимость времени ожидания и сервисного обслуживания (дополнительная зарботная плата водителей), штрафные величины за нарушение границ временных окон клиентов, стоимостную величину ущерба от ДТП, с учетом следующих ограничений и условий:

- каждый клиент может быть обслужен несколькими ТС;
- ТС может быть размещено не больше, чем в одном депо (ТС закреплено за базовым депо), т.е. маршрут должен начинаться в одном депо и заканчиваться в нем;
- спрос каждого клиента должен быть полностью удовлетворен;
- вместимость ТС не должна превышать их грузоподъемность;
- границы «временных окон» для каждого клиента должны быть соблюдены, в противном случае планируемые затраты увеличиваются на величину установленного штрафа;
- период маршрута каждого ТС не должен превышать выбранный период возвращения каждого ТС в депо, иначе планируемые затраты увеличиваются на величину установленного штрафа;
- суммарно заказы, перевозимые каждым ТС не должны превышать вместимость депо;
- выбранные маршруты должны проходить по дорогам типов М (под дорогами типа «М» понимаются автодороги федерального значения, соединяющие Москву со столицами иностранных государств и административными центрами субъектов РФ), Р (автодороги федерального или регионального значения, соединяющие административные центры РФ), А (автодороги федерального или регионального значения, являющиеся подъездом к крупнейшим транспортным узлам (например, аэропортам), подъездом к специальным объектам либо подъездом от административного центра субъекта РФ, не имеющего дорожной связи с Москвой, к морским или речным портам, аэропортам и железнодорожным станциям либо границам других государств, автодороги соединяющих дороги федерального значения между собой) [14];
- плата за используемые дороги на выбранном наборе маршрутов не должна быть выше, чем плата, которую готово заплатить предприятие за использование платных дорог;

Комплексный подход к планированию транспортного процесса для перевозки нефтехимической продукции.

- выбранный маршрут не должен превышать риск ДТП на маршруте, который предприятия считает
 - должна быть учтена дорожная ситуация на дорогах (автомобильные пробки).
3. Выбор ЛП с максимальной потребительской оценкой, которая включает в себя следующие критерии:
- стоимость услуги - перевозки;
 - надежность соблюдения графика доставки груза;
 - время оформления заявки на транспортировку;
 - степень ответственности за груз;
 - отслеживание отправок (наличие систем слежения (связи) за грузом, транспортными средствами);
 - частота отправок;

допустимой величиной;

- рейтинг (положение на рынке предлагаемых услуг);
- готовность схем маршрутизации перевозок;
- “коммуникабельность” предприятия (готовность ЛП к переговорам об изменении сервиса и тарифа).

3. Метод решения задачи планирования транспортного процесса

Для решения задачи планирования ТП для перевозки ГП разработан метод *Transportation_plan*, представленный на рисунке 1.

Для решения поставленных подзадач были предложены следующие методы: *Ch_transport*, *OPT_Route*, *Ch_carrie*.

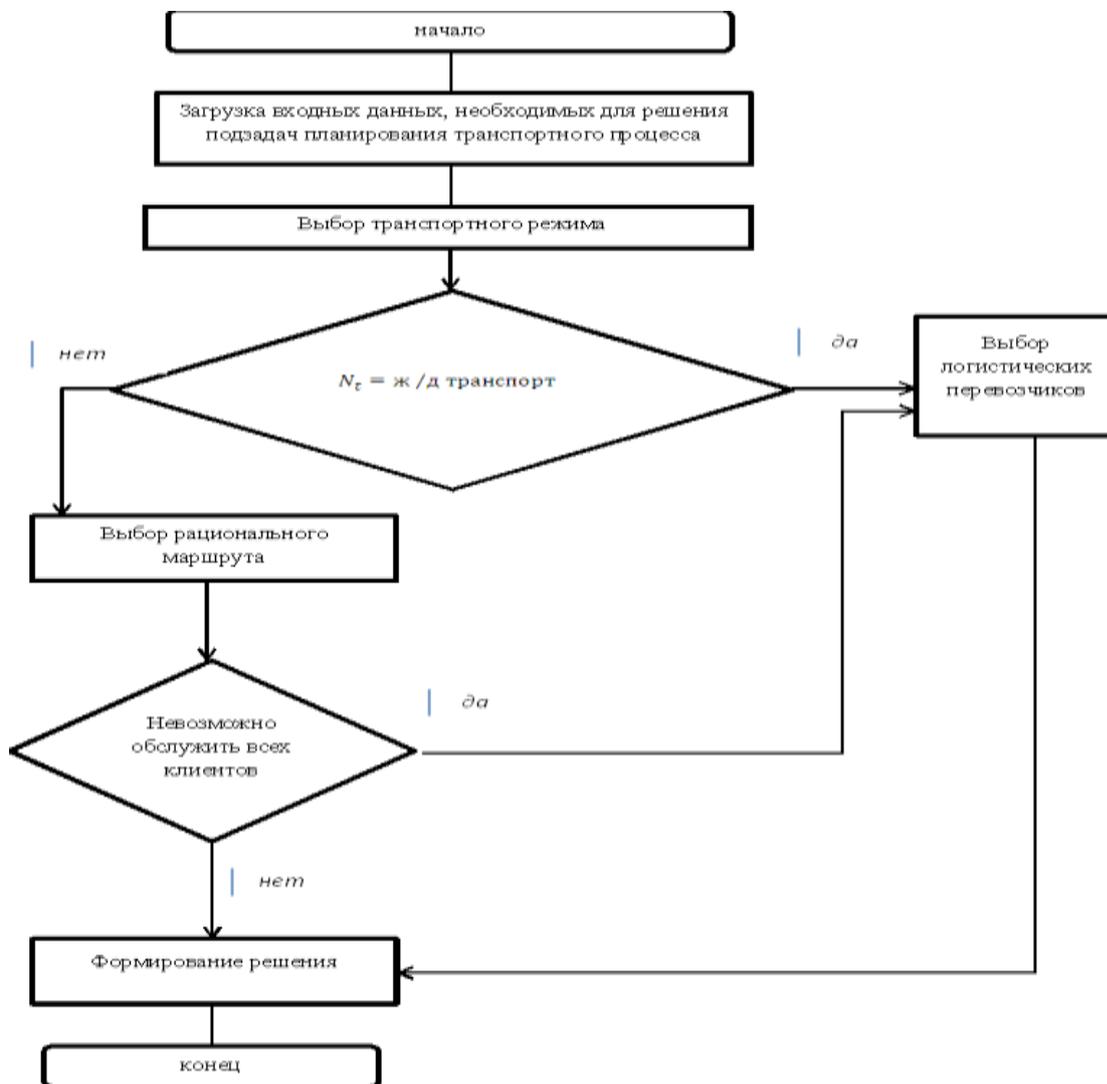


Рис. 1. Общая схема планирования транспортного процесса перевозки ГП

Для задачи выбора транспортного режима применяется адаптированный метод ($Ch_transport$) (рис 2) [15,17] Саати с 5-ой шкалой оценивания, который обеспечивает выбор способа транспортировки и вида транспорта. В качестве альтернатив были выбраны: унимодальный способ транспортировки + автомобильный вид транспорта; унимодальный способ транспортировки + ж/д вид транспорта; смешанный способ транспортировки + (автомобильный вид транспорта+ ж/д); комбинированный способ транспортировки + (автомобильный вид транспорта+ ж/д); интермодальный способ транспортировки + (автомобильный вид транспорта+ ж/д); мультимодальный способ транспортировки + (автомобильный вид транспорта+ ж/д). Критериями выбора способа транспортировки являются: количество видов транспорта; количество операторов перевозки; оплата перевозки; схема взаимодействия участников ТП; количество договоров; ответственность за груз; количество ответственных лиц. Критериями выбора вида транспорта являются: время оформления заявки на транспортировку; время доставки; частота отправок; способность доставить груз в любую точку; надежность соблюдения графика доставки груза; стоимость перевозки; возможность выбора логистического перевозчика. При этом выбор должен удовлетворять критерию наилучшей интегральной оценки.

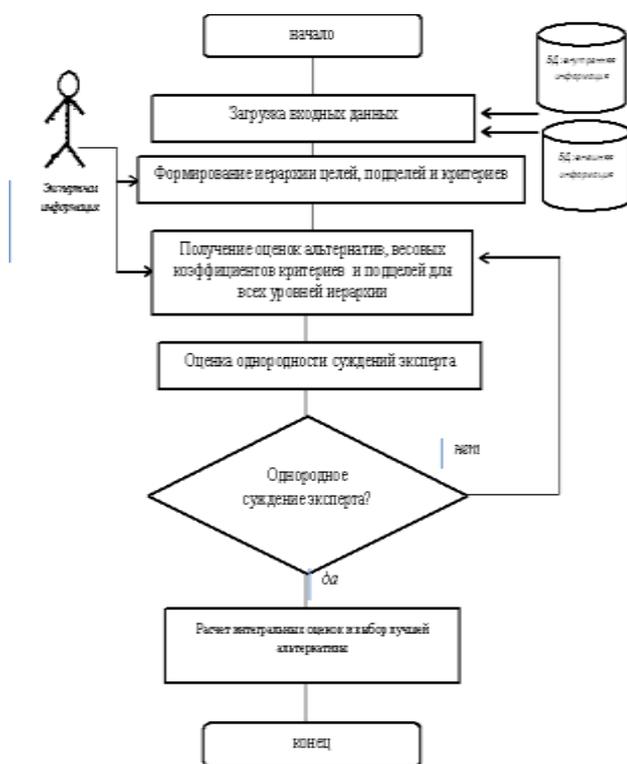


Рис. 2. Общая схема адаптированного метода иерархии Саати

Для формирования рациональных маршрутов используется метод OPT_Route . Основная идея данного метода заключается в следующем: вначале в процессе кластеризации все клиенты с учетом комплексный подход к планированию транспортного процесса для перевозки нефтехимической продукции.

дистанции между депо и клиентами относятся к определенному кластеру; в каждом кластере с использованием процедур локального поиска с чередующимися окрестностями находится набор рациональных маршрутов, учитывающий вышеописанные условия и ограничения (раздел 2); последним этапом методики является нахождение показателей (расход бензина, пробег ТС) для найденных маршрутов.

Формирование рациональных маршрутов в системе планирования ТП при перевозках готовой продукции базируется на классических алгоритмах: алгоритм Кларка и Райта (Clarke and Wright Algorithm) и алгоритм локального поиска с чередующимися окрестностями (Variable Neighborhood Search). В связи с особенностями содержательной поставки задачи формирования рациональных маршрутов в работе данные алгоритмы были модифицированы. Приведем схему алгоритма OPT_Route :

Шаг 1. Процедура Визуализации (Визуализация всех депо и клиентов, которых необходимо обслужить на интерактивной карте автомобильных дорог)

Шаг 2. Процедура Кластеризации (Разделение всех вершин депо и вершина клиентов на отдельные кластеры. Под кластером понимается множество, состоящее из одного депо и множества точек, находящихся на допустимой дистанции от депо).

Шаг 3. Процедура Rat_Route (Нахождение набора рациональных маршрутов транспортировки готовой продукции в каждом кластере).

Шаг 4. Процедура $Activities_Route$ (Расчета требуемых показателей найденного набора рациональных маршрутов).

Шаг 5. Процедура $DM_Carrier$ (Принятие решения об использовании логистические перевозчиков для доставки ГП).

Шаг 6. Процедура $Final_Route$ (Формирование конечного решения).

Для задачи выбора логистического перевозчика с максимальной потребительской оценкой, предлагается алгоритм Ch_carrie , базирующийся на методе предпочтений и замещения Кини-Райфа[Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Приведем общую схему алгоритма Ch_carrie выбора ЛП для перевозки ГП.

Шаг 1. Назначаются оценки эффективности по каждому из критериев по всем перевозчикам

Шаг 2. По каждому критерию строятся функции ценности

Шаг 3. Критерии выбора ЛП ранжируются по предпочтительности экспертным путем

Шаг 4. Находятся значения шкалирующих коэффициентов для каждого оценочного критерия

Шаг 5. Находятся оценки предпочтительности перевозчика по обобщенной функции ценности (потребительской оценки) по всем критериям

В результате, вычислив обобщенную функцию ценности (потребительскую оценку) для каждого ЛП, можно сделать вывод о выборе логистического перевозчика для транспортировки ГП нефтехимического предприятия.

4. Результаты применения комплексного подхода к планированию транспортного процесса

В связи с тем, что задачи выбора транспортного режима и логистического перевозчика с максимальной потребительской оценкой не являются широко исследованными в области транспортной логистики, на данный момент не существует тестовых примеров и результатов других алгоритмов решения для проведения сопоставимого анализа с результатами решения предложенных алгоритмов. Поэтому в качестве проверки эффективности предлагаемого комплексного подхода был проведен анализ применения методов и алгоритмов для решения задач планирования ТП нефтехимического предприятия. Рассмотрим обобщенный реальный пример планирования транспортного процесса предприятия. Предприятие производит нефтехимическую продукцию – реагенты двух видов (А и В), которая размещена на 3 складах, количество ГП вида А и В на том или ином складе различно. Необходимо развести продукцию вида А и В 36 клиентам. В результате применения адаптированного метода Саати к выбору ТР, было рекомендовано использовать унимодальный способ транспортировки и доставлять готовую продукцию клиентам автомобильным видом транспорта (этап 1). Для формирования рациональных маршрутов (этап 2) была использована программная реализация “Система поддержки принятия решений при управлении транспортировкой готовой продукции предприятия”. Заказы клиентов были разделены на 3 кластера, в каждом кластере были найдены рациональные маршруты (рис. 3), учитывающие требуемые ограничения и условия при доставке готовой продукции.

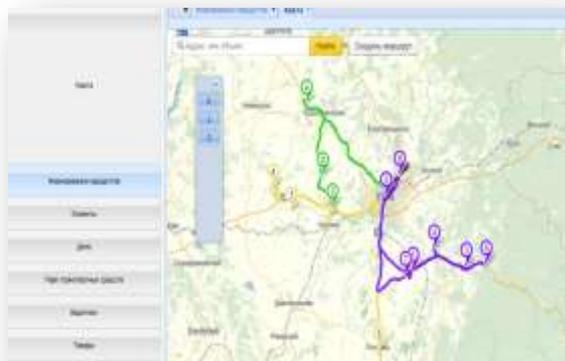


Рис. 3. Сформированные рациональные маршруты в кластере № 1.

В случае если при выборе транспортного режима (1 этап) было бы рекомендовано использовать одну из следующих альтернатив: унимодальный способ транспортировки + ж/д вид транспорта; смешанный способ транспортировки + (автомобильный вид транспорта+ ж/д); комбинированный способ транспортировки + (автомобильный вид транспорта+ ж/д); интермодальный способ транспортировки + (автомобильный вид транспорта+ ж/д); мультимодальный способ транспортировки + (автомобильный вид транспорта+ ж/д), то для выбора наилучшего логистического перевозчика предлагается использовать метод замещений и предпочтений Кини-Райфа.

Для анализа данного подхода было проведено 50 экспериментов с реальными данными. В 80 % (40 примерах) удалось снизить затраты на 5-7 процентов от начальной суммы на доставку ГП клиентам, в 14 % (7 примеров) применение методики не дало улучшений процесса доставки ГП, в 6 % (3 примера) наблюдалось увеличение затрат на доставку ГП. Также удается сократить временные задержки и простои на 7-9%.

5. Заключение

В данной статье рассмотрен комплексный подход к планированию транспортного процесса при перевозке ГП нефтехимического предприятия. Предлагаемый подход заключается в рассмотрении трех подзадачи планирования ТП (выбор ТР, формирование рациональных маршрутов, выбор ЛП) во взаимосвязи. В начале статьи представлено обоснование актуальности разработки комплексного подхода к планированию ТП. В 1 разделе статьи описана содержательная постановка задачи планирования ТП. Далее рассмотрен метод решения задачи планирования транспортного процесса при перевозке ГП (раздел 3) и приведены результаты применения комплексного подхода к планированию транспортного процесса (раздел 4). Предложенные модели, методы и алгоритмы были положены в основу СППР при планировании ТП при перевозке нефтехимической продукции.

Благодарности

Результаты исследований, представленные в статье частично поддержаны грантами 12–07–00377–а «Алгоритмическое и программное обеспечение поддержки принятия решений в задачах управления сложными социально-экономическими системами при наличии слабо структурированных данных», 13–07–00273–а «Интеллектуальная поддержка принятия решений в задачах ситуационного управления сложными социально-экономическими системами».

Список используемых источников

1. Bettinelli A., Ceselli A., Righini G. A branch-and-cut-and-price algorithm for the multi-depot heterogeneous vehicle routing problem with time windows// Original Research Article, Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2011. Volume 19. Issue 5. P. 723-740
2. Dondo R., Cerdá J. A cluster-based optimization approach for the multi-depot heterogeneous fleet vehicle routing problem with time windows // European Journal of Operational Research. 2007. Volume 176. Issue 3. P. 1478-1507
3. Langevin A., Riopel D. Logistics Systems: Design and Optimization: design and optimization GERAD 25th anniversary series/ A. Langevin, D. Riopel. — Springer, 2005. — 408 pp.
4. Leonelli P., Bonvicini S., Spadoni G. Hazardous materials transportation: a risk-analysis-based routing methodology//Journal of Hazardous Materials. 2000. Volume 71. Issues 1–3. P. 283-300
5. Reza Z.F., Rezapour Sh., Kardar L. Logistics Operations and Management, Concepts and Models // Elsevier Inc. 2011.P. 469
6. Zografos K.G., Androutsopoulos K.N. A decision support system for integrated hazardous materials routing and emergency response decisions//Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2008. Volume 16. Issue 6. P. 684-703
7. Zografos K.G., Androutsopoulos K.N. A heuristic algorithm for solving hazardous materials distribution problems // European Journal of Operational Research. 2004. Volume 152. Issue 2. P. 507-519
8. Информационный транспортный портал «Транспорт России». [Электронный ресурс]: <http://www.transportall.ru>
9. Кини Р.Л., Райфа Х., Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения// Радио и связь.1981.560 с.
10. Лукинский В.С. Модели и методы теории логистики/учебное пособие 2-е издание/ В.С. Лукинский. - Питер, 2008. - 448с.
11. Лукинский В.С. Модели и методы теории логистики/учебное пособие/ В.С. Лукинский. - Питер, 2007. - 448с.
12. Миротин Л.Б. Логистика: управление в грузовых транспортно-логистических системах// Юристъ, 2002. 414 с.
13. Николаева, М. А. Методы и алгоритмы принятия решений в примерах и задачах: учебное пособие/ М. А. Николаева, О. Ф. Зотова. – Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2010. – 110 с.
14. Постановление от 28 сентября 2009 г. № 767 «Правила классификации автомобильных дорог в Российской Федерации и их отнесения к категориям автомобильных дорог»
15. Рассадникова Е. Ю. Модифицированный метод иерархии Саати для задачи выбора транспортного режима// Вестник УГАТУ.2014. Том 18, № 5(66) (2014)
16. Рассадникова Е. Ю., Коханчиков Л. А. Математическая модель задачи выбора рациональных маршрутов в системе управления транспортировки готовой продукции [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. URL: www.science-education.ru/111-10244 (дата обращения: 29.12.2014)
17. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий/Т.Л. Саати — М.: Радио и связь, 1989. — 316 с.
18. Стандарт ISO/TS 29001:2010 «Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Отраслевые системы управления качеством. Требования к организациям, поставляющим продукцию и услуги»
19. Юсупова Н.И., Валеева А.Ф., Рассадникова Е.Ю., Латыпов И.М., Кошечев И.С. Многокритериальная задача доставки грузов различным потребителям //Логистика и управление цепями поставок. 2011. №6. С. 60-82
20. Юсупова Н.И., Шахмаметова Г.Р., Еникеева К.Р. Модели представления знаний для идентификации опасностей промышленного объекта// Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2008. Т. 11. № 1.С.91-100.